

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：30108

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01418

研究課題名（和文）透析患者の負担軽減を目指した光による無侵襲血管イメージングシステムの構築

研究課題名（英文）Development of a non-invasive vascular imaging system using light to reduce the burden of dialysis patients

研究代表者

北間 正崇（Masataka, Kitama）

北海道科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号：50285516

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、申請者らが確立した拡散光利用による内シャント構造の描出技術を押し進め、これまでX線造影が主流であった経皮的血管形成術（PTA）の施術判断基準となる血管内径値を、無侵襲かつ簡易に計測可能な手法を開発するとともに、計測時における患者の精神的・身体的負担の低減を目指して小型計測システムを構築できた。本システムに複数波長の光源を組み込み同時計測することで、血管性状変化描出の可能性ならびに空間分解能の向上も示すことができた。また、血管内径推定に機械学習を適用することで推定精度の向上を実現した。以上により提案システムの有効性を示すことが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、人工透析患者における内シャント異常の早期診断の一助となる無侵襲血管内径計測システムの構築と評価を行った。患者の精神的・身体的負担軽減を目指して小型計測システムを構築すると共に、臨床現場で求められる空間分解能の向上と血管性状評価の可能性を示すことが出来た。提案システムにより、透析患者は血压計測するかの如く、毎回の通院時に内シャント像を記録でき、血管形状、性状の経過観察が可能となる。これにより、狭窄の予兆を早期に発見し、治療に生かすことが期待できる。これらの結果は臨床医学のみならず、光生体計測の研究分野においても学術的意義の高いものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We have developed the technique to visualize the structure of inner AV fistula with diffuse light that we have established and also developed the simple non-invasive system for the measurement of inner diameter of the artery, which is the criterion for percutaneous transluminal angioplasty (PTA) as it had traditionally depended on X-ray. We also developed the compact measurement system in order to reduce patients' mental and physical burden. In this system, the feasibility of depicting changes in vascular characteristics and the improvement of spatial resolution have been shown by incorporating light sources with multiple wavelengths for simultaneous measurement. The accuracy of the estimation of vessels inner diameter also improved with machine learning. Therefore, the effectiveness of the proposed system was demonstrated.

研究分野：複合領域

キーワード：光透視 光散乱 光拡散 医用画像 透析 シャントトラブル 内シャント 血管透視

1. 研究開始当初の背景

腎不全患者に対する人工透析療法では、一般的に前腕部に動・静脈を吻合した自己血管内シャント(以下、内シャント)を造設し、体外循環に必要な血流量を確保する。しかし内シャントは頻回の穿刺・圧迫止血が行われるため、そのストレスから狭窄や閉塞が起こりやすい。このため、日々の管理が重要であり、病変の早期発見に努めなければならない¹⁾。

現在、内シャント異常の初期発見は触診等によることから、その精度は担当者の経験に大きく左右される。その後実施する血管造影検査は、病変部を正確にとらえることができそのまま経皮的血管形成術 (Percutaneous Transluminal Angioplasty、以下 PTA) などの治療を行える反面、腎臓に更なる負荷を与える造影剤の使用や X 線被曝の点から侵襲的である。また装置が大掛かりなため透析室では行えず日常的な管理には適さない。これに対し本研究では、生体の光学特性を利用し、非侵襲的かつ検査場所を選ぶことなく、容易な手法で内シャント部の血管構造を反映した透視像の取得が可能な装置の実現を目指している。これにより、観察者の経験に頼ることなく日々の治療前にベッドサイドで取得した内シャント画像から血管状態を判断でき、病変の早期発見が期待できる。これまでに本研究からは、近赤外光を用いた内シャント像取得システムを構築するとともに透析患者への適用可能性を実証してきた。本研究では画像劣化抑制手法を組み合わせることで内シャント像を明瞭化するとともに、分光生化学の知識体系に基づき血管性状変化の経皮的観察手法の確立を目指す。これにより内シャントの狭窄、閉塞の早期診断に生かす。また初期の動脈硬化症など、血管異常のスクリーニング精度向上にも応用が期待できる。

[国内外の位置づけ]

光を用いた生体透視において、光散乱をいかに抑制するかが重要となるが、未だに不明な点も多く国内外で活発な研究が行われている。米国、英国ではヒト(乳房、新生児)を対象とした光 CT 研究が進んでおり、国内においては脳表面のマッピングを実現した光トポグラフィの研究発展が目覚ましい。しかしいずれも空間分解能は数 cm 程度である。一方、高分解能光断層イメージングを実現した光干渉断層計(OCT)は生体組織表面から数 mm 程度が描出限界とされる。本研究では体表面下 1 cm 以内に存在する血管形状、性状を取得し経過観察することが目的であり、国内外でもこのような研究は見られない。内シャントイメージングに限るならば超音波診断装置の利用も報告されているが、原理上、プローブにより患部を直接圧迫することは避けられない。また血管造影の研究は生体認証の分野で見られるものの、本研究のように内シャント血管内の構造観察、血管性状評価を同時に目指したものは国内外に見られない。

2. 研究の目的

本研究では、これまでに確立した拡散光利用による内シャント構造の描出技術(図1)を推し進め、これまで X 線造影が主流であった経皮的血管形成術(PTA)の施術判断を観察者の経験によらず、無侵襲かつ簡易なシステムで実現する。また計測時における患者の精神的・身体的負担を低減すべくシステムの小型化を図るとともに適切な治療に必要な様々な狭窄状態や血管性状変化を経皮的に観察する手法の確立を目指す。これにより臨床医療に大きく貢献できるだけの学術的知見を得る。

3. 研究の方法

研究期間をとおし、以下の各項目について詳細な検討を行い研究目標の達成を図った。

(1) 患者の精神的・身体的負担低減を目指した計測システムの構築

これまでに検討してきたイメージングシステムは高性能である反面、大掛かりで、臨床現場での使用を考慮すると患者に固定等での負担と精神的圧迫感を強いるものであった。そこで性能を維持しつつ、前腕部の計測用に最適化するとともにシステム全体の小型化を検討した。

- ① 前腕部構造を想定して検討した新たな点拡がり関数を散乱抑制に適用した。
- ② 狭窄形成の主要因とされる脂質や石灰質など血管包含物質の分光・伝播特性に基づく最適計測条件を検討した。
- ③ 小型軽量の Web カメラの描出性能を評価し、適用可能性を検討した。
- ④ 処理系をワンボードコンピュータに置き換えて処理を最適化した。
- ⑤ システム全体の筐体、固定具ハウジングの

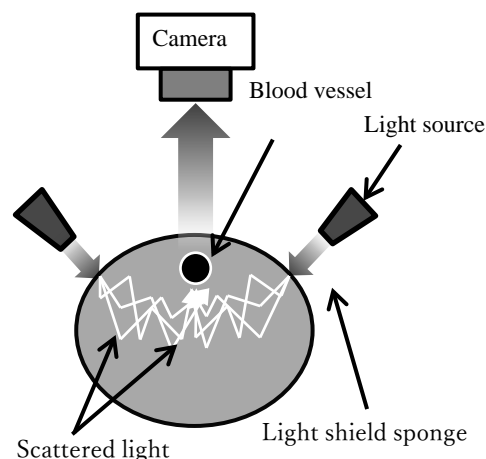


図1 拡散光利用による内シャント計測

ダウンサイジングを図った。

(2) 2波長画像差分による血管状態の描出

これまでの検討において、血管内肥厚の主要因と考えられる血管壁内脂質含有率の違いは波長 810 nm と 940 nm の 2 波長画像差分により描出できることが示されている。同時にヒト血液の光吸収係数は、波長 810 nm で $\mu_a = 0.45 \text{ mm}^{-1}$ 、波長 940 nm で $\mu_a = 1.65 \text{ mm}^{-1}$ と、波長により大きく異なる²⁾。一方、正常な血管壁ではそれぞれ $\mu_a = 0.15 \text{ mm}^{-1}$ 、 $\mu_a = 0.16 \text{ mm}^{-1}$ となり、ほぼ同値である³⁾。したがって、それぞれの波長で撮影した画像を差分処理すれば、吸光度差の少ない正常血管壁部や周辺組織はキャンセルされ、差の大きい血液部および脂質含有率の高い血管壁部のみが強調された画像を得られるものとする。

① 2波長光源を組み込んだ小型計測システムを構築した。

② 2波長差分画像を取得・評価した。

(3) 種々の狭窄状態に対応した前腕部ファントムによる局所狭窄構造検出に関する検討

本研究の重要な目的の一つは、血管内径の経時変化を観察し狭窄を早期に発見することである。これまでに血管内径計測は実現してきたが局所的な狭窄についての具体的検討は行っていない。本研究では臨床にて想定し得る様々な狭窄状態について、その描出、血管内径推定を行うために以下の狭窄ファントムを構築し、評価を行った。

① PTA 治療適応ガイドラインを考慮の上で、狭窄の進行度合いを模擬して狭窄部の長さ、血管内径を変化させた前腕部ファントムを作製した。

② 2波長差分画像計測システムにより、狭窄部位の描出および血管内径計測の可能性について検証した。

(4) 血管内径計測の精度向上と安定的計測を目指した機械学習の導入

本研究では、血管内径を求める過程で血管壁と血液部の境界検出を行うが、閾値の設定により計測精度がばらつく問題があった。そこでこの血管内壁境界検出を自動化するため、機械学習の導入を試みた。

① 多層パーセプトロン(MLP)の適用について評価した。

② 畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の適用について評価した。

③ 特徴の異なる上記2種の機械学習モデルについて血管内径推定精度を比較・検証した。

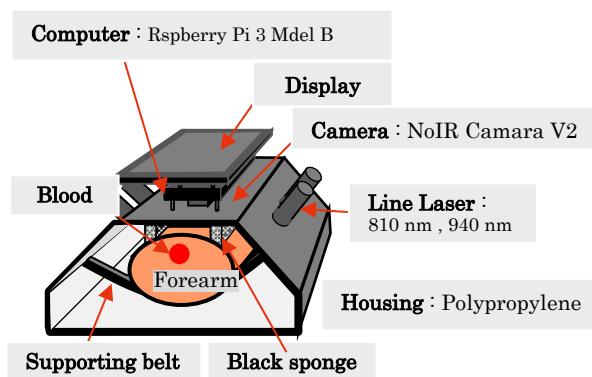
4. 研究成果

(1) 患者の精神的・身体的負担低減を目指した計測システムの構築

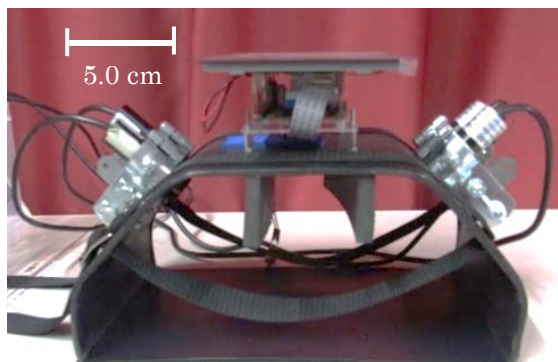
新たに開発した小型軽量化、多波長化システム(以下、小型システム)の構造と外観を図2に示す。ポリプロピレン製の前腕固定部に、汎用 CMOS カメラ(Raspberry Pi Foundation, NoIR Camera V2, 8 bit)、シングルボードコンピュータ(Raspberry Pi Foundation, Raspberry Pi 3 Model B)、液晶ディスプレイを一体化したものである。これにより、従来システムと比較して、体積は 0.086 m^3 から 0.028 m^3 に約 33%、重量は 20.0 kg から 5.6 kg に約 28% に小型軽量化され、可搬性が大幅に向上した。また、PC をシングルボード化し液晶ディスプレイと一体化することにより、画像の取得、確認までを本システム単体で行うことが可能となった。なお、確認後の取得画像には前腕部計測に最適化した点拡がり関数(point spread function, 以下 PSF)を逆畳み込みすることで散乱抑制を行った。

(2) 2波長画像差分による血管状態の描出

方法でも述べたように 810 nm と 940 nm の 2 波長画像差分を行うことで、血管壁部の脂質含有率変化が



(a) 構造



(b) 外観

図2 小型システム

描出されるだけでなく、血液部のみが強調された画像を得ることが可能となる。計測では、血管軸に沿って数 cm の範囲が撮像領域となることから、その範囲での均一な光照射が必要である。そこで、照射部がライン状になるよう調整された 2 波長のレーザ光源 (Copyright Shanghai Laser & Optics Century Co.,Ltd.) 2 台を前述の小型システムに組み込んだ。正常血管部を両波長で撮影した画像および差分画像を図 3 に示す。画像中の黄色破線は作製した試料の血管走行位置をプロットしたものである。それぞれの画像 (図 3(a), 図 3(b)) に大きな違いは見られないが、差分画像 (図 3(c)) では両者の違いが強調されることがわかる。このように 2 波長で撮影した透視像を用いることで、より良い状態での内径計測が可能になる。以降の検討結果は画像差分手法を適応した画像から血管内径計測を行ったものである。

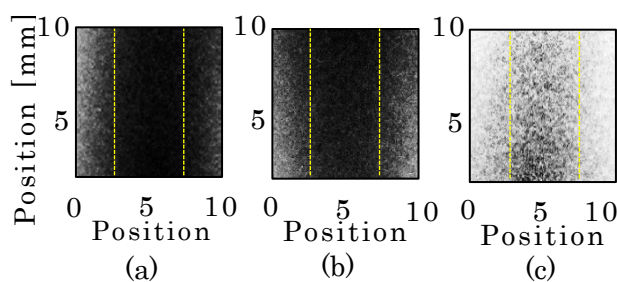
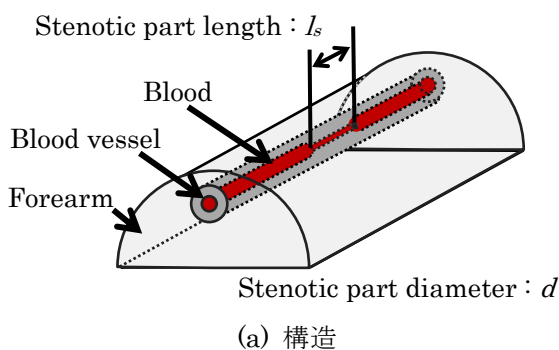
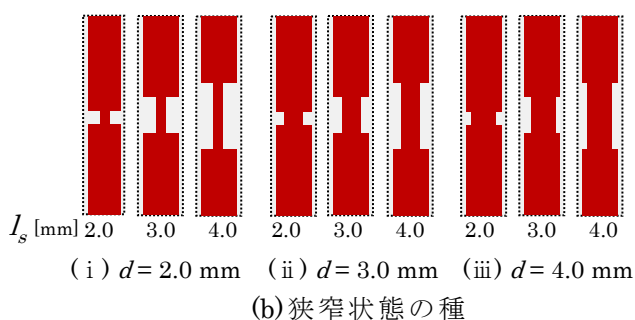


図 3 血管強調画像:
(a) 810 nm, (b) 940 nm, (c) 差分
血管内径 = 5.0 mm



(a) 構造



(b) 狭窄状態の種

図 4 局所狭窄模擬ファントム

(3) 種々の狭窄状態に対応した前腕部ファントムによる局所狭窄構造検出に関する検討

開発した小型システムの狭窄部描出能を定量的に評価するため、構造既知の生体模擬試料を作製した。試料は、前腕部の血管と周辺組織を模擬し、血管走行軸中央付近に、同心円状狭部を作製した (図 4(a))。組織部は、基材のエポキシ樹脂に吸収体として黒色インク、散乱体として酸化チタンを混合し、半円筒状に硬化させて作製した。血管と周辺組織の光学係数は、脂肪組織の $\mu_s' = 1.2 \text{ mm}^{-1}$ 、 $\mu_a = 0.002 \text{ mm}^{-1}$ ⁴⁾、血管壁の $\mu_s' = 1.5 \text{ mm}^{-1}$ 、 $\mu_a = 0.15 \text{ mm}^{-1}$ ²⁾ となるよう設定した。円筒には、大気圧下で 21%酸素混合空気をバブリングして酸素化したヘモグロビン溶液を満たし、動脈血を模擬した。日本透析医学会の内シャント管理ガイドラインでは、「内径 2.5 mm で経皮的血管形成術(PTA)治療適応」とされている⁵⁾。そこで、PTA 適応状態の早期検出をめざし、狭窄部内径 2.0, 3.0, 4.0 mm の試料を作製した。また、狭窄発生初期から後期への進展を考慮し、狭窄部の長さも 2.0, 3.0, 4.0 mm と変化させた合計 9 種類の試料を作製した (図 4(b))。これらの試料すべてにおいて、正常部の血管内径は 5.0 mm、外径は 7.0 mm、前腕表面から血管壁上面までの深さは 1.0 mm と統一した。

これらの試料を用いて 2 波長光源を搭載した小型システムにより計測した血管画像の 1 例を図 5 に示す。画像からも目視で狭窄の判定が可能である。また、内径計測値を図 6 に示す。定常的な誤差はあるものの、模擬試料の内径変化に応じた計測値が得られることがわかる。決定係数が極めて 1 に近いことから、この定常誤差は計測条件固定により十分校正可能と考えられる。狭窄長の短縮にとともに誤差が増大する傾向も見えるが、実験範囲で大きな違いはない。このような結果より、今回開発した小型システムによって、2.0 - 4.0 mm 長さの血管狭窄部に対し、2.0 - 4.0 mm の内径変化をとらえ得る可能性が実証された。

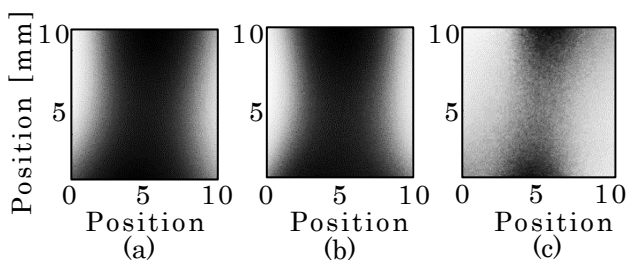


図 5 血管狭窄部の強調画像:
(a) 810 nm, (b) 940 nm, (c) 差分
 $d = 3.0 \text{ mm}$, $L_s = 3.0 \text{ mm}$

(4) 血管内径計測の精度向上と安定的計測を目指した機械学習の導入

これまでに実現してきた血管内径推定の更なる精度向上を目的に、MLPとCNNの2モデルの機械学習を血管内径推定に適用し自動化を目指して検討を行った。図7に血管内径推定結果を示す。機械学習なしの従来手法では誤差が大きかった血管外径7.0 mm、内径5.0 mmに対し、両モデルとも真値に近い値が推定できている。MLPでは最大18.3%の誤差が見られるものの、CNNでは最大8.0%と、今後の有用性が期待できるレベルであった。CNNの方がMLPよりも精度が良かったのは、CNNの処理において第一段の畳み込みが血管走行と直交する方向の輝度変化を強調するフィルタとして働くためと考えられる。今後は、様々な血管形状の教師データを増やすことで血管内壁境界特定精度を向上させることが可能と考える。

(5) まとめ

本研究では、人工透析治療における経皮的血管形成術(PTA)の施術判断指標を、観察者の経験によらず、無侵襲かつ簡易なシステムで提供する、拡散光による内シャントイメージングシステムを開発した。更にこのシステムを発展させ、患者の精神的、身体的負担低減を実現する小型システムを構築し、ファントム実験により様々な狭窄状態であってもPTA適応基準に対応した計測精度が得られることを実証した。また機械学習を導入することで計測精度の向上が期待できることを示唆した。以上の研究により得られた知見は、人工透析治療において適切な治療に有用なものと考えられる。

<引用文献>

- 1) 透析療法合同専門委員会：「血液浄化療法ハンドブック [2014]」, 共同医書出版社 (2014)
- 2) V.V.Tuchin, "Tissue Optics, Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnostics, Third Edition", SPIE Press Book (2015)
- 3) 南條卓也, 石井 克典, 本多 典広, 粟津 邦男: 「生体組織の散乱係数誤算出における Mie 散乱及び Rayleigh 散乱を用いた補正」, 日本レーザー医学会誌, 32.4: 429-436 (2012)
- 4) G.Mitic et al., "Time-gated transillumination of biological tissues and tissuelike phantoms", Applied optics, 33.28: 6699-6710 (1994)
- 5) 日本透析医学会: 「慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン」, 日本透析医学会雑誌, 44(9), 855-937 (2011)

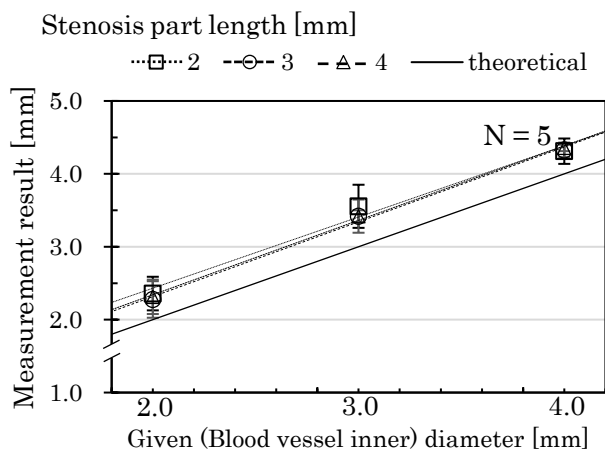


図6 様々な狭窄状態の血管内径計測結果
(I_s 2.0 mm: $R^2=0.9891$, 3.0 mm: $R^2=0.9988$, 4.0 mm: $R^2=0.9997$)

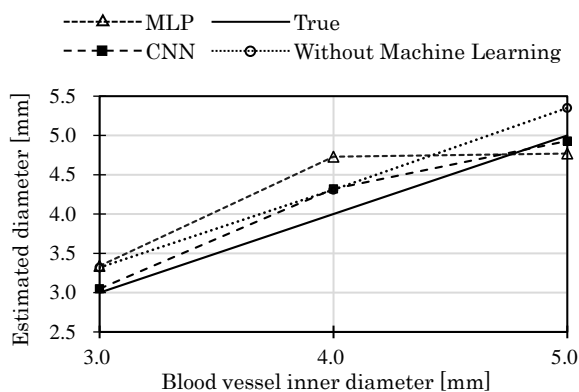


図7 異なる機械学習モデルによる血管内径推定結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Kamiyama Hideaki, Kitama Masataka, Shimizu Hisae O., Yamashita Masaji, Kojima Yohichiro, Shimizu Koichi	4. 巻 104
2. 論文標題 Feasibility study for realization of optical transillumination imaging of arteriovenous fistula	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electronics and Communications in Japan (Translation of above)	6. 最初と最後の頁 12312-12315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecj.12312	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 北間正崇, 神山英昇, 深澤大心, 伊藤佳卓, 小島洋一郎, 菊池明泰, 清水孝一	4. 巻 49
2. 論文標題 近赤外光を用いた内シャント透視システムによる狭窄状態の評価に関する基礎研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 北海道科学大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 21-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hideaki Kamiyama, Masataka Kitama, Hisae O. Shimizu, Masaji Yamashita, Yohichiro Kojima, Koichi Shimizu	4. 巻 10
2. 論文標題 Fundamental Study for Optical Transillumination Imaging of Arteriovenous Fistula	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14326/abe.10.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 神山 英昇, 北間 正崇, 清水 久恵, 山下 政司, 小島 洋一郎, 清水 孝一	4. 巻 141
2. 論文標題 臨床での使用をめざした内シャント光イメージングシステムに関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気学会論文誌 E	6. 最初と最後の頁 56-62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejsmas.141.56	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 菊池明泰, 奥山豪, 小島 洋一郎, 清水孝一	4. 巻 117
2. 論文標題 光による内シャント透視実現のための基礎的検討 ~ 臨床応用に向けた小型軽量化システムの開発 ~	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 37-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計47件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Noninvasive measurement of physiological parameters inside living animal using NIR light scattering
3. 学会等名 2021 International Conference on Laser, Optics and Optoelectronic Technology (LOPET 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Functional transillumination imaging of animal body with NIR light scattering
3. 学会等名 European Lasers, Photonics and Optics Technologies Summit (ELOS 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Noninvasive Imaging and Measurement of Physiological Function in Animal Body using NIR Light Scattering
3. 学会等名 OPTICSMEET 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神山 英昇, 北間 正崇, 清水 久恵, 山下 政司, 菊池 明泰, 奥山 豪, 小島 洋一郎, 清水 孝一
2. 発表標題 光による内シャント透視イメージングに関する基礎的検討 ~2波長画像演算による血管狭窄画像明瞭化の検討~
3. 学会等名 第60回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊東 梓, 北間 正崇, 山下政司, 清水 久恵, 横山 徹, 小島 洋一郎, 清水 孝一
2. 発表標題 光透視による内シャントの石灰化病変描出に関する基礎的検討 リン酸カルシウムの濃度変化検出の可能性
3. 学会等名 令和3年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深澤 大心, 北間 正崇, 山下 政司, 菊池 明泰, 横山 徹, 伊藤 佳卓, 小島 洋一郎, 清水 孝一
2. 発表標題 内シャント光透視における 血管内径抽出の自動化に向けての基礎的検討 機械学習モデル導入の試み
3. 学会等名 令和3年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Seeing through human body with near-infrared light - Attempt for new noninvasive medical imaging
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Image processing for functional transillumination imaging of animal body using near-infrared light
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Functional transillumination imaging of animal body with NIR light scattering
3. 学会等名 Optics Virtual 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神山 英昇, 北間 正崇, 清水 久恵, 山下 政司, 小島 洋一郎, 菊池 明泰, 奥山 豪, 清水 孝一
2. 発表標題 光による内シャント透視イメージングに関する基礎的検討 ~ シャント血管の走行方向が計測に及ぼす影響 ~
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 難波昂暉, 加藤祐次
2. 発表標題 無侵襲血中脂質濃度計測に向けた静脈径・深さ推定における周囲媒質の光学特性の影響
3. 学会等名 第 56 回 応用物理学会北海道支部 / 第 17 回 日本光学会北海道支部 合同学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤祐次
2. 発表標題 血中中性脂肪モニタリングのための無侵襲血液濁度計測技術の開発
3. 学会等名 レーザー学会第534回研究会報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 菊池明泰, 奥山豪, 小島洋一郎, 清水孝一
2. 発表標題 光による内シャント透視イメージングに関する基礎的検討 ~臨床で想定される血管狭窄の描出~
3. 学会等名 第58回 日本生体医工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 奥山豪, 菊池明泰, 小島洋一郎, 清水孝一
2. 発表標題 光による内シャントイメージングの実現に向けた基礎的検討 - ベッドサイドでの計測実現に向けたシステムの最適化 -
3. 学会等名 生体医工学シンポジウム 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 菊池明泰, 奥山豪, 小島洋一郎, 清水孝一
2. 発表標題 臨床応用に向けた内シャント光イメージングの基礎的検討 -困難な血管狭窄透視実現の試み-
3. 学会等名 第57回 日本生体医工学会北海道支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideaki Kamiyama, Masataka Kitama, Masaji Yamashita, Hisae O. Shimizu, Yohichiro Kojima, Go Okuyama, Akihiro Kikuchi, Koichi Shimizu
2. 発表標題 Fundamental Study for Optical Transillumination Imaging of Arteriovenous Fistula - System Integration into Practical Compact Device for Bedside -
3. 学会等名 PIERS 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masataka Kitama, Hideaki Kamiyama, Masaji Yamashita, Hisae O. Shimizu, Go Okuyama, Akihiro Kikuchi and Koichi Shimizu
2. 発表標題 Fundamental Study of for Transillumination Imaging System of Arteriovenous Fistula
3. 学会等名 APSCIT Annual Meeting 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koichi Shimizu
2. 発表標題 Functional transillumination imaging of human body using near-infrared light
3. 学会等名 APSCIT Annual Meeting 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 菊池明泰, 奥山豪, 小島洋一郎, 清水孝一
2. 発表標題 光による内シャント透視イメージングに関する基礎的検討～血管狭窄部の描出に関する検討～
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 横山徹, 小島洋一郎, 清水孝一
2. 発表標題 臨床応用に向けた内シャント光イメージングの基礎的検討 - 画像差分による血管透視像の明瞭化 -
3. 学会等名 第56回日本生体医工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 神山英昇, 北間正崇, 清水久恵, 山下政司, 菊池明泰, 奥山豪, 小島 洋一郎, 清水孝一
2. 発表標題 光による内シャント透視の臨床応用に向けた基礎的検討 計測システムの小型化に関する検討
3. 学会等名 平成29年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	清水 孝一 (Shimizu Koichi) (30125322)	北海道大学・情報科学研究院・名誉教授 (10101)	
研究分担者	加藤 祐次 (Kato Yuji) (50261582)	北海道大学・情報科学研究院・助教 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
中国	Xidian University			